

智慧赋能：土木工程结构设计课程教学策略创新研究

张艳阳, 陈子全, 何政树, 董唯杰*

西南交通大学, 四川 成都 610031

DOI: 10.61369/RTED.2026030013

摘 要 : 本研究以智慧技术推动土木工程领域变革为背景, 针对传统结构设计课程内容滞后、方法单一等问题, 系统探讨“智慧+土木工程结构设计课程教学策略”。通过分析技术发展趋势阐明课程融合的必要性, 基于教学现状提出多学科、多主体、多场景的创新框架, 并从资源整合、机制创新与实施保障等方面构建系统性教学策略, 以推动课程与行业发展的协同, 为培养智慧建造所需的复合型人才提供参考。

关键词 : 智慧技术; 智慧赋能; 土木工程结构设计课程; 教学策略

Empowering with Wisdom: Innovative Research on Teaching Strategies for Civil Engineering Structural Design Courses

Zhang Yanyang, Chen Ziquan, He Zhengshu, Dong Weijie*

Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031

Abstract : This study is set against the backdrop of smart technology driving transformation in the field of civil engineering. It systematically explores the "smart + civil engineering structural design course teaching strategy" in response to issues such as the lagging content and singular methods in traditional structural design courses. By analyzing technological development trends, the necessity of curriculum integration is clarified. Based on the current teaching situation, an innovative framework featuring multidisciplinary, multi-subject, and multi-scenario approaches is proposed. Furthermore, systematic teaching strategies are constructed from aspects such as resource integration, mechanism innovation, and implementation guarantees, aiming to promote synergy between curriculum and industry development. This provides a reference for cultivating composite talents required for smart construction.

Keywords : smart technology; smart empowerment; civil engineering structural design course; teaching strategy

一、智慧技术与土木工程结构设计课程的融合基础

(一) 智慧技术概述

在当今数字化时代, 大数据、人工智能、物联网、VR/AR 等技术正深刻推动土木工程领域变革。大数据技术能对多源工程数据进行采集、存储与深度分析, 为项目决策提供科学依据^[1]。人工智能通过机器学习、深度学习等技术, 已应用于结构健康监测与智能维护等环节^[2]。物联网基于传感器网络实现工程数据的实时采集与传输, VR/AR 技术则通过沉浸式与虚实融合体验革新设计评审与协同管理。这些技术共同拓展了智能设计与精益建造的应用潜能。

智慧技术已贯穿工程全生命周期, 推动系统性变革。在设计阶段, 通过人工智能与大数据的融合实现方案的自动生成与优化; 在施工环节, 借助物联网、机器人及数字孪生技术推动作业自动化; 在运维阶段, 则依托传感器网络与智能算法实现预测性维护。这些技术相互交织, 共同构建起覆盖全过程的智慧建造生态。

(二) 土木工程结构设计课程特点

土木工程结构设计课程具有知识体系综合与实践性强的双重

特点。其知识体系横跨多学科, 基础层面依赖数学、物理、化学提供理论支撑; 技术核心则集中于结构力学、材料力学等专业力学。课程涵盖砖混、框架、剪力墙等多种建筑结构, 以及梁式桥、拱桥等桥型, 各类结构均有其独特的传力机理与设计要点。设计流程包含方案确定、力学分析、施工图绘制及审核优化等多个紧密衔接的环节, 且全过程必须严格遵循《建筑结构可靠度设计统一标准》等行业规范, 这进一步构成了课程的综合性与学习难度。

土木工程结构设计课程具有鲜明的实践属性, 强调理论与实践紧密结合。通过课程设计, 学生能将理论知识应用于完整的设计流程并绘制规范图纸; 实验教学则通过材料测试和模型加载直观验证理论。实践环节是培养学生解决复杂工程问题能力的关键, 使其能综合安全、经济、工期等多目标做出合理决策。此外, 参与科研与创新竞赛有助于学生接触 BIM、物联网等前沿技术, 激发创新意识, 从而满足行业对复合型创新人才的需求。

(三) 融合的必要性及可行性

随着智慧技术推动土木工程人才需求向跨学科复合型转变, 课程需主动对接新兴技术需求并强化跨学科融合^[3]。例如, 智能建筑设计除传统技能外, 还需掌握 BIM 协同与物联网调控技术;

智能施工则要求具备操作智能装备与运用大数据优化的能力。因此，将人工智能、大数据、VR/AR 等技术模块系统融入课程体系，并通过智慧工地实习、虚拟仿真等实践进行锤炼，是有效对接行业需求的必然路径。

相较于传统教学在内容、方法与资源上的局限，智慧教学展现出显著优势。它能通过动画、VR 等技术将抽象知识可视化、可体验化，激发学习主动性；依托线上平台与虚拟实验室整合前沿资源，突破实践教学的时空限制；并可通过学习行为数据分析实现精准学情诊断与个性化指导，从而系统提升教学效能与人才培养质量。

二、智慧 + 土木工程结构设计课程教学现状剖析

（一）教学实践案例分析

1. 案例选取及实施过程

为系统考察“智慧 + 土木工程结构设计”课程的教学实践，研究选取了国内外五所各具代表性的高校案例。国内涵盖 A 大学（双一流综合性高校）、B 高校（行业特色院校）与 C 学院（地方应用型院校）；国外选取了美国 D 大学与德国 E 技术大学。案例覆盖人工智能、物联网、BIM、VR/AR 及工业 4.0 等多元技术方向，涉及不同教学层次，具有广泛代表性，为深入剖析智慧 + 土木工程结构设计课程教学实践提供丰富素材。

2. 案例实施过程与成效

各校实施路径均紧密结合自身定位，并取得显著成效。A 大学聚焦 AI 与大数据，通过算法应用与真实项目，培养科研创新人才；B 高校以物联网监测为核心，将现场数据采集、分析与仿真优化融为一体，强化工程实践能力；C 学院则系统开展 BIM 协同设计教学，通过校企合作提升学生就业竞争力。国外案例更注重新技术体验与产业对接，如美国 D 大学利用 VR/AR 开展沉浸式设计以激发创新思维，德国 E 技术大学则深度融合工业 4.0 智能建造技术，实现人才培养与高端制造业的无缝衔接。

3. 案例启示与问题反思

上述案例表明，成功实施智慧 + 土木的关键在于深度跨学科融合、真实项目驱动以及先进技术平台的支撑，在增强校企合作的前提下，深化“校企合作、协同育人”的人才培训方式，建立“理实一体化”的实践教学平台，才能够提高学生的实践能力和创新能力^[4]。案例分析也暴露出一些问题：部分高校存在智慧技术与课程融合“两张皮”现象，融合浅表化；兼具工程知识与前沿智慧技术的复合型教师稀缺；优质教学案例与仿真资源更新慢、共享难；考核评价体系也有待优化，评估方法可以包括笔试、实验报告、项目展示和技能考核等，这些方法能够全面衡量学生的能力^[5]。

4. 面临的挑战

智慧技术在土木工程结构设计课程教学中面临多重应用困境。首要挑战便是技术更新换代迅速，前沿技术迭代迅速，易导致教学内容滞后于行业前沿。专业软硬件购置与维护成本高昂，对高校经费构成压力；系统兼容性问题突出以及数据安全与隐私

保护面临的风险，制约了技术的深入应用。

师资队伍建设滞后。传统教师普遍缺乏大数据、人工智能等智慧技术的知识储备与深度理解；同时受限于繁重任务，难以契合智慧技术迅猛发展步伐；跨学科教学能力薄弱，难以将智慧技术与土木工程专业知识进行有机融合。未来，教师还需结合智慧建造行业发展对人才的需求，不断更新教学内容，优化教学方法，提升教学质量，为国家培养出更多应用型人才^[6]。

教学资源整合不足。线上线下教学资源分散，缺乏系统性整合与有效联动；现有教学平台功能存在局限，难以满足智慧教学多元需求；引入的智慧技术的案例与学生认知水平的适配性不佳，阻碍智慧教学落地生根。

三、智慧 + 土木工程结构设计课程教学策略构建

（一）基于智慧技术的教学方法创新

1. 虚拟仿真教学

虚拟仿真技术为结构设计课程提供了高度沉浸与交互的学习环境。以桥梁结构设计课程为例，课前，教师基于真实工程数据构建精细的三维虚拟场景与配套实验手册，引导学生预习。课堂上，学生通过 VR 设备“置身”虚拟施工现场，直观学习施工工艺（如悬臂浇筑），并模拟操作。例如，在讲解悬臂浇筑法施工时，可通过智能化技术仿真建模，分析浇筑工艺方案的可行性，仿真模拟不同施工参数下的施工效果^[7]。在虚拟实验环节，学生可自主设定荷载工况，实时观测结构响应、采集数据并进行分析验证，在反复探究中深化对结构性能规律的理解，培养科学思维与实践能力。

2. 个性化学习推荐

在智慧教育生态下，个性化学习推荐为土木工程结构设计课程注入精准赋能。

以某高校引入的学习分析系统为例，该系统整合学生学习行为、能力数据及兴趣偏好，利用算法构建专属学习画像，并据此定制个性化学习路径，例如为薄弱学生推送基础资源，为偏好理论探究学生提供学术论文、科研报告研读资料。学习过程中，系统动态跟踪进度并智能调整推荐内容，确保每个学生在最适配节奏下成长，实现学习效果最大化。

3. 线上线下混合式教学

线上线下混合式教学模式有效融合了智慧技术与传统课堂。课前，教师通过线上平台发布预习资源与测试，精准定位难点。课堂聚焦核心内容，结合多媒体、实体模型与案例研讨进行深入讲解，并利用智慧工具增强实时互动。课后，学生借助平台完成拓展作业、参与在线讨论和虚拟仿真项目，巩固并应用知识。该模式打破了时空限制，全方位提升学生综合素养。

4. 智慧教学资源整合与优化

在智慧教学资源整合方面，主要有三项核心举措。一是开发数字化教材与课件，以《土木工程结构设计》教材为例，编写团队将大数据分析、人工智能算法等前沿技术的实际应用案例有机融入各章节，使理论与工程实践紧密相连，满足智慧学习多元需

求。二是建设开放的在线课程平台,借鉴国家级精品在线开放课程平台经验,在交互功能上,平台搭建不同的内容板块,以“基础稳固+提升能力+拓展应用”为教学主线,以此开展持续性的教学活动^[8]。三是构建专业教学数据库,联合行业与企业,整合建筑全生命周期真实数据、前沿科研成果与分类案例库,为教学提供了坚实、鲜活的工程数据根基。三者协同,全面提升学生解决复杂工程问题的能力,为智慧教学注入强大动力。

5. 协同育人机制探索

在协同育人方面,校企合作与校际交流形成了两大关键路径。

校企合作通过多元创新模式深度赋能智慧+土木工程人才培养。校企共建课程、建设实习基地、推行双导师制及联合项目开发等模式深度赋能课程设计,企业将前沿技术与工程实践融入教学,学生在真实项目与双导师指导下,有效实现了从理论到实践的无缝衔接。

校际交流则通过联合开设课程、共建共享资源平台以及常态化联合教研活动,打破了高校间的壁垒。教师可通过集体备课、资源共享以及对教学工作进行全程优化的教研活动,使教学目标更加明确、具体^[9],以团队力量推动教学创新实践落地,持续优化课程教学质量,为智慧时代土木工程专业人才培养注入新动力,携手共创教育新未来。

四、教学策略实施保障措施

(一) 师资培训与发展

师资队伍建设的需从能力培养与动力激励两方面协同推进。为契合智慧教学需求,应构建全方位、多层次的教师智慧技术培训体系^[10]。培训内容需涵盖大数据、人工智能、物联网、VR/AR等前沿技术;培养过程应分层实施,对新任、骨干及资深教师分别侧重基础操作、技术融合与前沿引领。同时,应建设校内实训基地并联合企业搭建实践平台,让教师通过参与实际工程项目积累

前沿技术应用经验。

为激发改革积极性,需建立系统的激励与支持体系。设立专项奖励基金,对突出教学成果给予物质激励;联合行业与企业构建“双师型”教师认证体系,使获认证教师在待遇与发展上获得支持;搭建科研平台并支持课题申报与国际交流;通过知识产权服务与校企合作,推动教师创新成果转化与收益分享,形成教学、科研与产业发展的良性循环。

(二) 教学基础设施建设

教学基础设施的升级需兼顾物理空间智能化与数字环境保障。智慧教学环境建设应覆盖智慧教室、专业实验室与远程平台三个层面。智慧教室配备智能交互大屏、自适应照明与环境监测系统;专业实验室需升级加载设备、智能材料测试系统及BIM虚拟仿真平台,支持复杂工况模拟与沉浸式实践;同时,依托5G与云计算构建远程操控与协同实验平台,实现跨时空资源共享与校企联动。

网络与信息化保障需从三方面系统推进:构建有线无线一体化高速网络,通过光纤与SDN技术保障数据流畅传输;升级集成化教学平台,融合课程管理、学习分析等功能;建立完善的数据安全体系,实施分类分级管理,部署多层防护并制定备份恢复策略,为智慧教学提供可靠支撑。

(三) 教学管理与评价改革

教学管理与评价体系需进行双向联动的系统性革新。管理层面,应依据智慧教学需求优化机制,为实践环节安排连续时段,依托智能系统精准推荐课程;构建多专业混合学习小组,推行“双导师、双场地”协同培养模式;搭建智慧实践管理平台,支持实验预约、进度跟踪与质量管控。

评价体系应向多元化、过程化构建。在评价主体上,纳入学生、企业导师及行业专家等多方视角;在评价维度上,从知识、能力、态度及创新等多方面考察;在评价过程上,贯穿课前、课中、课后与实践全环节,形成动态综合的评价结果,以实现精准反馈并驱动教学持续优化。

参考文献

- [1] 龚俊. 智能建造技术在土木工程领域的应用[J]. 江苏建材, 2025(3): 122-124
- [2] 张德洋, 李政依, 贾明, 杜海龙. 人工智能在土木工程的创新应用[J]. 土木工程, 2024, 13(8): 1444-1453
- [3] 肖永, 孟祥华, 张忠武. 新工科背景下土木工程专业课程改革研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)教育, 2025(4): 066-069
- [4] 武茜, 李林. 新工科背景下建筑学专业实践教学课程体系的重构与实践——以大二年级建造实践课程为例[J]. 建筑与文化, 2023, (6): 58-61. DOI: 10.19875/j.cnki.jzywh.2023.06.018.
- [5] 赵程, 陈疆丞, 陈旭勇等. 基于3D点云技术的土木工程专业智慧化实验教学探索[J]. 智库时代, 2025, (13): 218-220.
- [6] 李兴学. 基于教育数字化的土木工程智慧建造专业教学模式创新[J]. 魅力中国, 2025, (3): 97-99.
- [7] 刘桂琴. 智能化背景下土木工程施工技术的应用创新[J]. 中国地名, 2024, (6): 0094-0096.
- [8] 刘钰, 付丽, 马丽珠. 新工科理念下土木工程专业课程智慧教学改革的实践与思考[J]. 大学(教学与教育), 2023, (4): 165-168.
- [9] 黄丽珍. 土木工程专业课程智慧教学改革思考[J]. 湖北工程学院学报, 2022, 42, (3): 108-111. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4824.2022.03.025.
- [10] 周金容. 智慧教育时代高职教师信息化教学能力提升研究[J]. 教育与职业, 2021, (03): 63-69. DOI: 10.13615/j.cnki.1004-3985.2021.03.010.